

## Variação e abundância do ictioplâncton em canais de maré no Extremo Norte do Brasil

Diego Maia Zacardi\*

\* Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil, E-mail: dmzacardi@hotmail.com

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi descrever a variação espacial e temporal da composição e abundância do ictioplâncton nos canais de maré na ilha Maracá-Jipioca, litoral do Amapá. A temperatura superficial da água e salinidade apresentaram média de 28,5°C e 11, respectivamente. Durante o mês de novembro foi registrado o menor índice pluviométrico (124 mm), sendo o maior verificado em maio (679 mm). Foram capturadas um total de 18.191 larvas de peixes, classificadas em 36 táxons (18 espécies), destacando-se Eleotridae e Gobiidae como as famílias dominantes contribuindo com 90% do total de larvas coletadas. Dentre as espécies de interesse econômico registrou-se a captura de larvas de Sciaenidae (*Cynoscion acoupa*, *C. leiarchus*, *Micropogonias furnieri* e *Stellifer rastrifer*), entre outras como *Elops* sp., *Centropomus* sp., *Lutjanus* sp., *Mugil* sp. e *Arius* sp. As maiores densidades de larvas ocorreram nas áreas mais internas dos canais, onde foram registradas, também, as maiores temperaturas e menores valores de salinidade. A distribuição temporal provavelmente está associada ao regime sazonal da pluviosidade e pela hidrodinâmica local. A distribuição espacial das larvas indicou alto padrão de similaridade faunística entre os pontos de coleta. Contudo, ressalta-se a importância destes ambientes como áreas de criadouro para espécies de peixes de importância ecológica e econômica, enfatizando a relevância das unidades de conservação para a manutenção dos estoques pesqueiros. Porém recomenda-se mais estudos na região para ampliar as informações sobre a ecologia das fases iniciais do ciclo de vida dos peixes.

**Palavras-chave:** larvas de peixes, distribuição espaço-temporal, ambiente costeiro, Região Norte.

### Variation and abundance of ichthyoplankton in tidal channels on Extreme North Brazil

**ABSTRACT:** The aim of this study was to describe the spatial and temporal variation of the composition and abundance of the ichthyoplankton in the tidal channels of the Maracá-Jipioca island, at the Amapá coast. The surface water temperature and salinity presented mean values of 28.5 °C and 11 respectively. The lowest rainfall (124 mm) was recorded in November, and the largest was recorded in May (679 mm). A total of 18,191 fish larvae were captured and classified into 36 taxa (18 species). The families Eleotridae and Gobiidae were dominant contributing with 90% of the total larvae captured. Among the species of economic interest, we captured larvae of Sciaenidae (*Cynoscion acoupa*, *C. leiarchus*, *Micropogonias furnieri* and *Stellifer rastrifer*) and others, as *Elops* sp., *Caranx* sp., *Centropomus* sp., *Lutjanus* sp., *Mugil* sp. and *Arius* sp. The highest density of larvae occurred in the inner areas of the channels, where the highest temperatures and lower salinities were recorded. The temporal distribution is probably associated with the seasonal rainfall regime and the local hydrodynamics. The spatial distribution of larvae indicated high faunal similarity between the sites. However, we emphasize the importance of these environments as breeding areas for fish species with ecological and economic importance, emphasizing the value of protection areas for the maintenance of fish stocks. Further studies in the region are recommended to increase the information on the ecology of early life stages of fish.

**Keywords:** fish larvae, spatial and temporal distribution, coastal environment, Northern Region.

### 1. Introdução

Os ecossistemas costeiros apresentam regimes de marés e correntes, fazendo com que os processos de escoamento adquiram atributos bastante complexos (MIRANDA et al., 2002), caracterizando-os como ambientes dinâmicos e biologicamente diversificados (MONTEIRO-NETTO et al., 2008), habitados por vários organismos marinhos que representam importantes recursos naturais e econômicos (GURGEL et al., 2012).

A região costeira do estado do Amapá é altamente instável em termos geomorfológicos em decorrência da ação de erosão, com grande deposição de sedimentos que contribuem para o desenvolvimento de planícies alagadas e grande número de ilhas. As reentrâncias e recortes da linha costeira favorecem a existência de ecossistemas estuarinos, dominados pela vegetação de manguezal e inúmeros canais de maré (MARCENIUK et al., 2013). Os estuários são considerados um dos ambientes mais produtivos das regiões costeiras, sendo responsáveis pela manutenção de grande parte dos recursos costeiros renováveis (MCHUGH, 1966).

Dentre os principais fatores que favorecem a alta produtividade nesses ambientes estão, o fluxo de água

doce, a pluviosidade e as oscilações de marés, que aliados aos fatores abióticos, dão origem a inúmeros processos hidrodinâmicos, favorecendo o elevado aporte de nutrientes e matéria orgânica (BARLETTA-BERGAN et al., 2002a), além de apresentar grandes flutuações de salinidade e turbidez (KUPSCHUS; TREMAIN, 2001). Essa interação confere a este sistema uma grande variabilidade temporal e espacial, as quais condicionam a composição das comunidades biológicas (AKIN et al., 2003).

Diversos autores relatam a utilização dos ambientes estuarinos como zona de desenvolvimento para larvas e juvenis de peixes (SMITH; PARRISH, 2002; BARLETTA-BERGAN et al., 2002; GODEFROID et al., 2003; VIANA et al., 2010), oferecendo abundância de alimento e proteção contra predadores (BARRY et al., 1996; RAMOS; VIEIRA, 2001; JOYEUX et al., 2004), maximizando a sobrevivência da prole.

Apesar das grandes variações quanto à utilização dos ambientes estuarinos pela ictiofauna desovante na região norte do Brasil, o comportamento mais comum é observado pelas espécies de peixes oceânicos e neríticos que utilizam os diversos canais de marés, presentes nos estuários, como

áreas de alimentação e desova, auxiliando no desenvolvimento de larvas e crescimento de juvenis até alcançarem a maturidade sexual (CAMARGO; ISAAC, 2003).

As larvas de peixes podem ter procedência do próprio estuário ou de ambientes marinhos e de águas continentais. Na maioria dos casos, os adultos desovam no rio ou no mar e as larvas chegam ao ambiente, por meio dos sistemas de correntes e marés ou comportamento natatório ativo, como proposto por diversos autores (HARRIS, 1999; SANVICENTE-AÑORVE et al., 2000). Essa migração passiva das larvas constitui um dos mais importantes elementos no ciclo de vida dos peixes, que possuem como objetivo dispersar a espécie e, assim, aumentar as chances de sobrevivência durante seus primeiros estágios de desenvolvimento.

A obtenção de dados referentes à abundância e diversidade de larvas de peixes no ambiente é essencial para estimar a atuação de um local como sítio de desova e/ou área de berçário, além de definir épocas e locais da reprodução das espécies. Dessa forma, avaliar a importância dos ambientes estuarinos para as espécies de peixes de interesse ecológico e relevantes para a pesca, torna fundamental o estudo da distribuição de suas fases iniciais, a fim de comprovar a utilização do estuário no desenvolvimento do seu ciclo de vida.

Embora já existam alguns trabalhos sobre ictioplâncton estuarino na região norte do Brasil (BARLETTA-BERGAN et al., 2002a, BARLETTA-BERGAN et al., 2002b, CONTENTE et al., 2007; SARPEDONTI et al., 2008; SILVA et al., 2011a; SILVA et al., 2011b e SARPEDONTI et al., 2013), todos foram realizados na costa do Pará. Contudo, estudos de composição, abundância e distribuição espacial sobre a ictiofauna planctônica no ecossistema estuarino do estado do Amapá são incipientes.

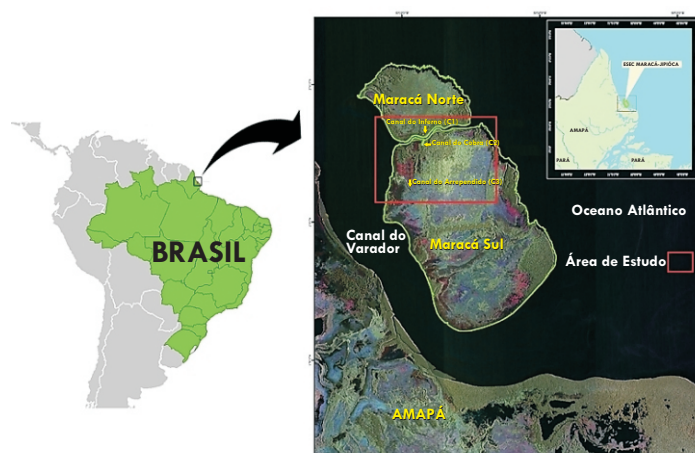
O presente estudo faz uma análise exploratória com o objetivo de fornecer informações ecológicas sobre as espécies de peixes que utilizam, no início do ciclo de vida, os canais de maré na costa do Amapá, além de caracterizar a variação espaço-temporal e suas relações com algumas variáveis ambientais (índice pluviométrico, temperatura e salinidade), subsidiando a implantação de políticas de gestão ambiental visando a conservação dos recursos pesqueiros e manutenção da diversidade local e de regiões adjacentes.

## 2. Material e Métodos

O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca (ESEC-MJ), formada por três ilha costeiras: Maracá Norte, Maracá Sul e Jipioca, localizadas na região litorânea do estado do Amapá, entre as coordenadas: 1°52'20" e 20°12'10" N; 50°18'16" e 50°33'35" W (Figura 1), separadas do continente pelo canal do Varador.

As ilhas Maracá Norte e Maracá Sul são divididas no sentido leste-oeste pelo canal do inferno, apresentam vegetação predominante de manguezais, com campos inundados e matas de várzeas (SOTÃO et al., 2003), sofrem grande influência de massas d'água oceânicas e aporte de água doce do rio Amazonas, possuindo

inúmeros canais de maré ao longo de toda a linha de costa. A ilha conhecida como Jipioca, em consequência das condições hidrodinâmicas locais, encontra-se atualmente submersa.



**Figura 1.** Localização da Estação Ecológica de Maracá-Jipioca na costa atlântica do Amapá, com destaque para a área de estudo. Fonte: ICMBio - MMA, modificado.

A ESEC-MJ é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral gerenciada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), apresenta um relevo muito plano e clima tropical quente com período seco correspondente aos meses de agosto a novembro, sendo as precipitações anuais superiores a 3.000 mm, concentrando o período chuvoso nos meses de dezembro a julho (OLIVEIRA et al., 2007). As correntes de maré alcançam velocidade 200 cm/s e são responsáveis pela resuspensão dos sedimentos e variação da salinidade (TORRES; EL-ROBRINI, 2006).

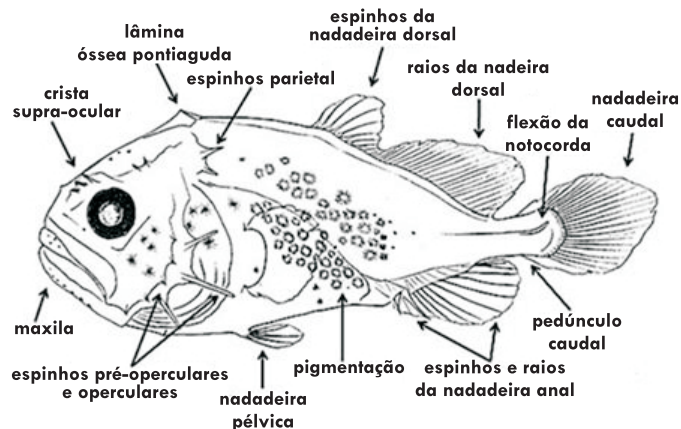
O material analisado foi proveniente de coletas de três canais de maré, denominados de C1 (canal do inferno), C2 (canal do cobra) e C3 (canal do arrependido), sendo distribuídos três pontos de amostragem em cada canal (internos – P3, P6 e P9; intermediários – P2, P5 e P8; e externos – P1, P4 e P7). Foram realizadas coletas em novembro de 2010 a maio de 2011, contemplando os períodos de transição entre o período de menor e maior precipitação pluviométrica, adotando-se regime de amostragens diurna e noturna.

A captura do material biológico ocorreu por meio de arrastos horizontais na subsuperfície da coluna d'água, com duração de aproximadamente 10 minutos, utilizando-se rede de plâncton cônica (malhagem 300 µm), equipada com fluxômetro para medir o volume de água filtrada. Após a captura as amostras foram imediatamente fixadas a bordo da embarcação com solução formalina a 10% e acondicionadas em recipientes de polietileno de 500 ml devidamente etiquetados. Dados de temperatura e salinidade foram mensurados para cada ponto amostral por meio de potenciômetros digitais. Os dados de precipitação foram fornecidos pela Estação Pluviométrica Calçoene (Cód: 08250002), sob responsabilidade da ANA (Agência Nacional de Águas), situada no município de Calçoene (AP).

Em laboratório as amostras foram triadas, quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível. As identificações foram realizadas tendo como base bibliografias especializadas como: Sinque (1980), Leis;

Rennis (1983), Okyama (1988), Leis; Trnski (1989), Moser (1996), Matsuura; Suzuki (1997), Barletta-Bergan (1999); Richards (2006), Fahay (2007) e Zacardi (2009).

Dentre os caracteres morfológicos utilizados na identificação foram considerados: a forma do corpo, o padrão de pigmentação, número e sequência de formação das nadadeiras, formato do trato digestivo e da bexiga natatória (Figura 2), além de características merísticas (contagem de miômeros, raios e espinhos das nadadeiras) e morfométricas (posição relativa da abertura anal em relação ao corpo, entre outras).



**Figura 2.** Ilustração da larva de *Cynoscion leiarchus* (Sciaenidae, Perciformes) em estágio final de flexão (12,64 mm), com indicação das principais estruturas morfológicas e merísticas observadas para identificação.

As larvas foram classificadas em categorias que representam o habitat de acordo com ciclo de vida e locais de desova dos adultos, de acordo com Camargo; Isaac (2001) e Barletta-Bergan et al. (2002). A abundância relativa (%) de cada táxon foi calculada por meio da expressão:  $Ar = N \cdot 100 / Na$ , sendo: N = número total de organismos de cada táxon na amostra; Na = número total de organismos na amostra. Os táxons foram caracterizados de acordo com o seguinte critério de classificação:  $Ar > 70\%$  = dominante;  $70\% < Ar > 40\%$  = abundante;  $40\% < Ar > 10\%$  = pouco abundante e  $Ar \leq 10\%$  = raro.

Para a análise da distribuição temporal, a abundância de larvas foi padronizada para um volume de  $100\text{m}^3$  de água filtrada (larvas. $100\text{m}^{-3}$ ). A densidade média (D) foi obtida através da equação:  $D = d/N$ . Em que: d = densidade de organismos coletados; N = número de amostragens realizadas. A variabilidade faunística, nos diferentes locais de coleta e período, foi analisada através da riqueza de espécies. A riqueza de espécies (S) foi dada pelo número de espécies ou táxons mensais por pontos de coleta. O grau de similaridade faunística entre os ambientes amostrados foram estimados através do índice de Jaccard.

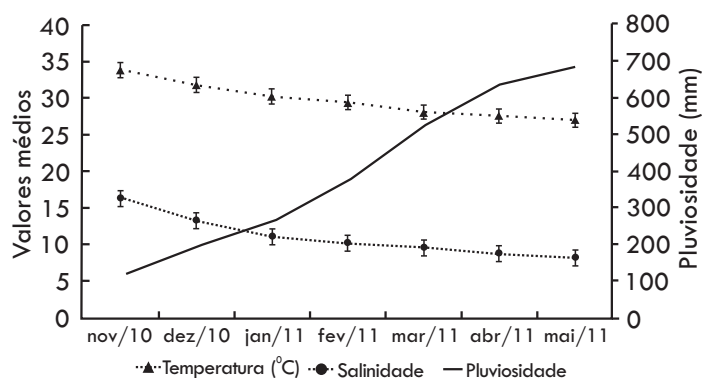
Para verificar diferenças significativas na variação espacial (canais e pontos de amostragem), temporal (meses de coletas) e dos ciclos diários (amostragens diurna e noturna), na densidade dos organismos aplicou-se uma ANOVA bifatorial. Para atingir os pressupostos de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias as densidades média foram log-transformadas [ $\log_{10}(x+1)$ ]. O Teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado sempre que diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) foram detectadas,

utilizando o software STATISTICA 7.0 para as análises. Os padrões de distribuição foram analisados pela variação da densidade das espécies, nos meses e pontos amostrados. Os dados de oito espécies mais abundantes (4 de importância ecológica e 4 de interesse para a pesca) foram testadas para explorar a possível influência dos parâmetros abióticos nos diferentes momentos amostrados sumarizados pela análise de componentes principais (PCA) com o auxílio do software PC-ORD 5.21. A associação entre os parâmetros abióticos e a densidade de organismos foi realizada através de Correlação de Pearson.

### 3. Resultados

Durante o período de estudo a temperatura média da água foi de  $28,5^{\circ}\text{C}$ , sendo a maior média ( $30,1^{\circ}\text{C}$ ) observada em novembro de 2010 (período seco) e menor ( $27^{\circ}\text{C}$ ) em maio de 2011 (período chuvoso). Ao longo dos pontos de amostragem foi observado aumento da temperatura nos trechos mais internos dos canais, entretanto esse padrão, também não mostrou significância ( $P > 0,05$ ).

As taxas de salinidade (médias mensais para todos os canais) variou inversamente com os dados de precipitação, sendo os valores mais baixos registrados em abril e maio (período chuvoso) (Figura 3), evidenciando uma possível variação sazonal. Em relação aos pontos distribuídos nos canais, a salinidade mostrou o mesmo comportamento da temperatura, com um gradiente decrescente dos trechos mais externos para os internos, embora não tenha sido constatada diferenças significativas entre os pontos, canais e momentos amostrados ( $P > 0,05$ ). Os dados de precipitação pluviométrica registraram o valor mínimo de 124 mm em novembro atingindo o máximo 679 mm em maio, época das chuvas como é típico para região.



**Figura 3.** Valores médios e desvio padrão da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e salinidade, e variação média do índice pluviométrico (mm) nos meses de coleta, na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca, costa atlântica do Amapá.

Foram capturadas um total de 18.191 larvas de peixes, classificadas em sete ordens, 17 famílias, 26 gêneros e 18 espécies (Tabela 1). Cerca de 14% do material coletado foi identificado até nível de família e apenas 3% não foram identificados, por apresentarem estruturas danificadas ou por se encontrar em estágio muito inicial de desenvolvimento, dificultando a identificação. Não foi registrado a captura de ovos durante as amostragens. As larvas de Eleotridae representaram 48,08% dos indivíduos capturados nos canais de maré da ilha Maracá-Jipioca, seguida pelos



Gobiídeos com 41,06% e juntas perfizeram mais de 90% das larvas capturadas.

No tocante aos peixes explorados pela atividade pesqueira local e de interesse econômico, destacam-se a ocorrência de larvas de *Elops* sp. (ubarana), *Caranx* sp.

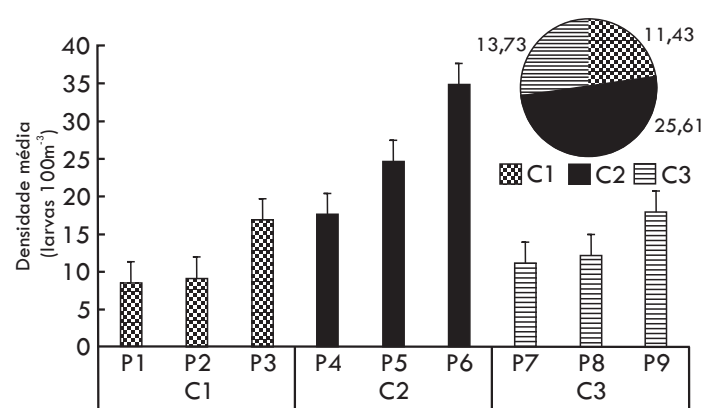
(xaréu), *Centropomus* sp. (robalo, camurim), *Lutjanus* sp. (pargo, cioba, caranha), *Cynoscion acoupa* (pescada amarela), *Cynoscion leiarchus* (pescada), *Micropogonias furnieri* (pescada cururuca), *Stellifer rastrifer* (corvina), *Mugil* sp. (tainha) e *Arius* sp. (uritinga).

**Tabela 1.** Lista taxonômica (ordem, família e espécie) e dados quantitativos obtidos para as larvas de peixes (densidade média - larvas.100 m<sup>-3</sup>) capturadas ao longo dos canais de maré, na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca, costa atlântica do Amapá. \*Larvas identificadas até família; Abreviaturas: **N** = número total de indivíduos, **Ar** = abundância relativa, ++ = importância ecológica, = importância para a pesca, **A** = água doce, **E** = estuarina, **M** = marinha.

			CANAL DE MARÉ										
Taxa	N	Ar(%)	C1			C2			C3			Habitat	Importância
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9		
<b>ANGUILLIFORMES</b>													
<b>Ophichthidae</b>													
<i>Myrophis punctatus</i>	22	0,12	0,13	0,23	0,12	0,37	-	-	<0,01	-	-	EM	++
<b>CLUPEIFORMES</b>													
<b>Clupeidae*</b>	49	0,27	0,29	0,81	0,18	0,18	0,10	0,44	-	-	<0,01	E	++
<i>Rhinosardinia amazonica</i>	75	0,41	0,74	0,70	0,17	-	0,32	0,34	0,16	0,23	0,28	E	++
<b>Engraulidae*</b>	152	0,84	0,65	0,55	0,35	0,40	0,50	0,97	0,68	0,66	1,15	EM	++
<i>Anchoa spinifer</i>	44	0,24	0,30	0,35	0,14	0,18	0,02	0,30	0,11	0,09	0,46	EM	++
<i>Anchovia clupeoides</i>	146	0,69	1,47	0,80	0,26	1,01	0,28	0,52	0,05	0,15	0,87	E	++
<i>Lycengraulis grossidens</i>	89	0,49	2,30	0,91	0,06	0,41	0,13	-	-	-	-	M	++
<i>Pterengraulis</i> sp.	101	0,56	2,17	1,23	0,12	0,04	0,25	0,29	0,08	0,09	0,07	EF	++
<b>ELOPIFORMES</b>													
<b>Elopidae</b>													
<i>Elops</i> sp.	4	0,02	0,04	0,02	-	<0,01	-	-	-	-	-	M	•
<b>PERCIFORMES</b>													
<b>Blenniidae</b>													
<i>Hypsoblennius</i> sp.	56	0,31	0,26	0,52	0,05	0,03	0,54	0,13	0,09	<0,01	0,01	M	++
<b>Carangidae*</b>	32	0,18	0,39	0,20	<0,01	1,11	0,18	-	-	-	-	M	•
<i>Caranx</i> sp.	13	0,07	0,09	0,04	-	0,05	<0,01	-	0,02	<0,01	-	M	•
<i>Oligoplites saurus</i>	3	0,02	-	-	-	-	-	-	<0,01	-	0,04	EM	•
<b>Centropomidae</b>													
<i>Centropomus</i> sp.	5	0,03	-	-	-	-	-	0,02	-	<0,01	0,07	M	•
<b>Ephippidae</b>													
<i>Chaetopterus faber</i>	2	0,01	0,02	-	0,01	-	-	-	-	-	-	M	++
<b>Eleotridae*</b>													
<i>Eleotris</i> sp.	318	1,75	1,70	1,47	0,85	6,34	3,10	1,94	0,74	1,19	7,74	E	++
<i>Guavina guavina</i>	1875	10,31	1,55	3,69	5,71	12,46	27,83	32,73	18,34	25,25	33,54	E	++
<i>Evorthodus lyricus</i>	6122	33,65	18,8	21,66	35,16	86,36	75,64	107,04	39,90	57,23	70,49	E	++
<b>Gobiidae*</b>	431	2,37	1,94	2,21	2,76	4,79	6,63	12,99	3,04	2,86	2,49	EM	++
<i>Gobionellus oceanicus</i>	1130	6,21	1,20	1,37	5,71	2,67	6,54	41,38	1,84	14,28	28,57	E	++
<i>Gobionellus</i> sp.	375	2,06	3,41	5,90	9,95	3,78	2,67	6,08	0,46	0,65	1,66	E	++
<i>Gobiosoma hemigymnum</i>	824	4,53	9,49	11,33	22,48	2,14	7,96	15,57	1,33	2,03	0,74	EM	++
<i>Microgobus meeki</i>	1089	5,99	9,06	9,68	27,74	4,87	19,08	16,03	9,49	2,40	0,83	E	++
<b>Lutjanidae</b>	4051	22,27	25,06	24,24	48,29	37,01	81,92	100,35	17,69	10,23	19,26	E	++
<i>Lutjanus</i> sp.	14	0,08	0,23	0,04	-	0,02	0,04	-	-	-	-	M	•
<b>Sciaenidae*</b>													
<i>Cynoscion acoupa</i>	35	0,19	0,14	<0,01	-	0,17	0,39	0,46	0,09	0,13	0,10	M	•
<i>Cynoscion leiarchus</i>	231	1,27	0,65	0,46	1,92	2,12	4,57	4,57	1,47	1,01	2,67	M	•
<i>Cynoscion</i> sp.	32	0,18	<0,01	0,06	<0,01	0,26	0,08	0,28	<0,01	0,05	0,07	M	•
<i>Micropogonias furnieri</i>	125	0,69	0,18	0,07	0,13	0,49	0,34	0,51	0,23	0,33	1,14	M	•
<i>Stellifer rastrifer</i>	69	0,38	0,53	0,14	0,70	0,88	1,57	<0,01	<0,01	-	-	M	•
<b>Mugilidae</b>	32	0,18	0,13	0,20	0,37	0,13	0,17	0,14	-	-	-	M	•
<i>Mugil</i> sp.	2	0,01	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	M	•
<b>PLEURONECTIFORMES</b>													
<b>Achiridae</b>													
<i>Achirus lineatus</i>	6	0,03	-	<0,01	-	<0,01	0,04	<0,01	-	-	0,02	M	++
<b>SILURIFORMES</b>													
<b>Ariidae</b>													
<i>Arius</i> sp.	8	0,04	-	-	-	-	<0,01	0,09	0,05	0,02	0,06	EM	•
<b>Aspredinidae*</b>	5	0,03	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	0,07	EA	++
<b>TETRAODONTIFORMES</b>													
<b>Tetraodontidae</b>													

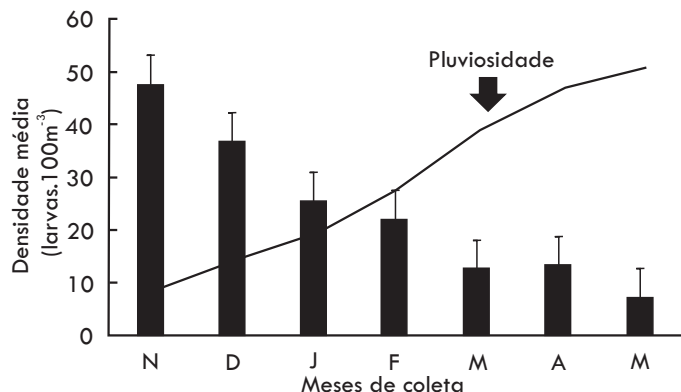
As densidades não mostraram variação significativa entre os canais ( $P>0,05$ ), porém observou-se predominância de larvas ocorrendo no C2 e C3, em comparação ao C1. Além disso, foi constatado diferença significativa (ANOVA,  $F= 2,24$ ;  $P=0,004$ ) das densidades ao longo dos pontos de amostragens, indicando distribuição espacial com as maiores densidades registradas nas áreas mais internas, independente do canal estudado (Figura 4).

Os táxons *Engraulidae*, *G. guavina*, *Eleotris* sp., *M. meeki* e *G. hemigymnum* foram amplamente distribuídos, com ocorrência registrada em todos os pontos de amostragem ao longos dos três canais de maré. Os demais apresentaram menor padrão de variação, sendo coletados apenas em um ou dois canais. As espécies *G. guavina*, *M. meeki* e *Eleotris* sp. apresentaram elevada abundância e foram consideradas dominantes ( $Ar > 70\%$ ) na área de estudo, com maiores contribuições observadas no C2 e C3.



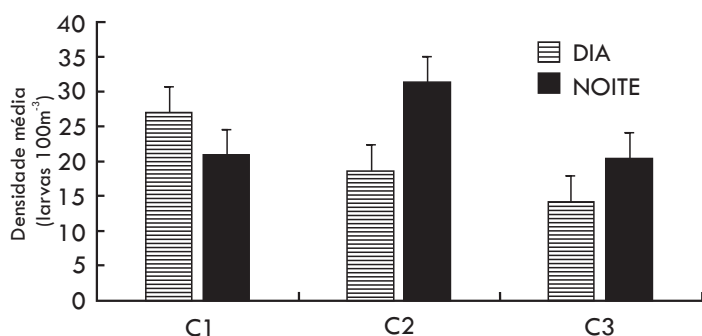
**Figura 4.** Variação espacial da densidade média de larvas capturadas ao longo dos pontos e canais de maré amostrados, na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca, costa atlântica do Amapá.

Os resultados indicaram variação temporal significativa (ANOVA,  $F = 3,47$ ;  $P = 0,001$ ), com decréscimo na densidade de larvas nos meses de abril e maio, período de maior índice pluviométrico evidenciando distribuição sazonal na abundância dos organismos (Figura 5). Os picos de densidade larval registrado em novembro e dezembro foram dominados por eleotrídeos e gobiídeos, enquanto que os sciaenídeos predominaram em abril e maio.



**Figura 5.** Variação temporal da densidade média de larvas de peixes, erro padrão e linha destacando a pluviosidade ao longo dos meses de amostragem (N - novembro/2010, D - dezembro/2010, J - janeiro/2011, F - fevereiro/2011, M - março/2011, A - abril/2011 e M - maio/2011), na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca, costa atlântica do Amapá.

No geral, a variação diária apresentou um padrão de distribuição vertical característico para os organismos planctônicos nos canais C2 e C3, com maiores densidades registradas no período noturno. Diferentemente, o C1 apresentou maior densidade no período diurno (Figura 6). Os resultados obtidos na análise de variância (ANOVA,  $F = 8,62$ ,  $P = 1,031$ ) não demonstraram diferença significativa para a densidade de larvas entre as amostras diurna e noturna.

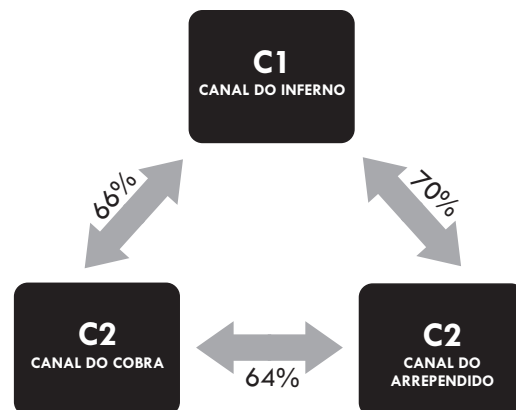


**Figura 6.** Variação da densidade média de larvas e erro padrão nos canais de maré (C1 - Canal do inferno, C2 - Canal do cobra, e C3 - Canal do arrependido), na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca, costa atlântica do Amapá.

Com relação aos índices de diversidade, o C2 (1,62) apresentou maior valor quando comparado ao C1 (1,12) e C3 (0,96). Os resultados obtidos através da aplicação do índice de Jaccard revelaram similaridade elevada entre as áreas de coleta, com valores acima de 60%. A maior similaridade faunística foi notada entre o C1 e C3, seguida por C1 e C2 e, entre o canal C2 e C3 (Figura 7).

Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais (PCA) explicaram 69,33% da variabilidade

total dos dados. A salinidade e a temperatura apresentaram correlação positiva no PC1 e o índice pluviométrico foi correlacionado positivamente no PC2 (Tabela 2).

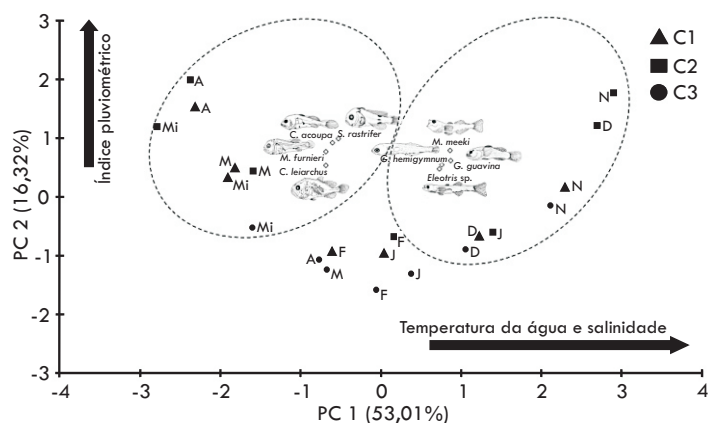


**Figura 7.** Similaridade faunística (índice de Jaccard) entre os canais de maré estudados, na Estação Ecológica de Maracá-Jipioca, costa atlântica do Amapá.

**Tabela 2.** Resultado da análise de componentes principais (PCA). Os coeficientes foram obtidos usando correlação de Pearson.

Parâmetros Ambientais	PC1	PC2
Índice Pluviométrico	-0,890	<b>0,177</b>
Temperatura da água	<b>0,906</b>	-0,013
Salinidade	<b>0,886</b>	0,059

Analisando a ordenação dos dados, nota-se no segundo eixo uma tendência das larvas de Sciaenidae *C. acoupa*, *C. leiarchus*, *M. furnieri* e *S. rastrifer* (interesse para a pesca regional) correlacionadas positivamente com os índices pluviométricos, demonstrando distribuição sazonal dessas espécies nos meses de maior precipitação (março, abril e maio), durante as expedições de amostragem na área de estudo. As larvas de *Eleotris* sp., *G. hemigymnum*, *G. guavina* e *M. meeki* estão mais correlacionadas com a temperatura da água e a salinidade, demonstrando maior associação ao meses de menor pluviosidade (novembro, dezembro e janeiro) durante as amostragens (Figura 8). Não foi observado um padrão claro de distribuição espacial entre os fatores abióticos e a ocorrência das larvas analisadas.



**Figura 8.** Análise de Componentes Principais da relação das espécies (4 espécies mais abundantes e de importância ecológica *Eleotris* sp., *G. hemigymnum*, *G. guavina* e *M. meeki* e 4 espécies de interesse para pesca regional *C. acoupa*, *C. leiarchus*, *M. furnieri* e *S. rastrifer*), entre os parâmetros abióticos, locais e meses de coleta. (N) novembro, (D) dezembro, (J) janeiro, (F) fevereiro, (M) março, (A) abril e (Mi) maio.

#### 4. Discussão

Os estágios iniciais do ciclo de vida de muitos peixes constitui um período particularmente sensível às modificações ambientais (FUIMAN et al., 1998; KURTZ et al., 2004). Dessa forma, fatores abióticos e ambientais podem alterar o comportamento e o metabolismo das larvas (SCHMITT; OSENBURG, 1995).

A temperatura não apresentou gradiente espaço-temporal evidente ao longo dos canais de maré na ESEC-MJ, este fato pode estar associado ao clima da região, à geomorfologia dos canais e do constante volume e fluxo de água, causada pelas amplitudes de maré. A pequena oscilação de temperatura registrada nas camadas superficiais da coluna d'água são comuns nas regiões equatoriais com baixa amplitude de variação térmica. Essas variações não exercem controle sobre o crescimento e a abundância do plâncton nem determinam um padrão anual em águas tropicais (AGAWIN; DUARTE, 2002), não sendo, portanto, um fator limitante para os estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes, na região norte, assim como abordado por Silva et al. (2011). Mas, para outras regiões costeiras a temperatura é considerada um fator controlador da desova e do recrutamento de peixes, considerada determinante no crescimento larval, reprodução e distribuição sazonal das espécies (HAKALA et al., 2003; CASTRO et al., 2005).

Os baixos valores de salinidade encontrados podem ser atribuídos ao grande aporte de água doce procedente dos diversos rios da região e do regime pluviométrico local, características naturais das zonas adjacente a foz do rio Amazonas. As elevadas densidades de larvas foram registradas nas áreas mais internas dos canais, onde ocorreram as maiores temperaturas e menores taxas de salinidade. As regiões litorâneas com baixa salinidade, segundo Campfield; Houde (2011) são importantes áreas de berçário para peixes estuarinos e de água doce, embora sejam caracterizadas, muitas vezes, por assembleias de peixes com baixa diversidade.

Barletta et al. (2005) observou um padrão de migração sazonal da comunidade de peixes influenciada pela salinidade em trecho externo, médio e interno de canais de maré, no estuário do rio Guajará-Mirim (PA). Segundo Ley et al. (1999), a variação da salinidade pode ser um fator primário, que influencia os padrões de distribuição de peixes ao longo de gradientes de um ambiente estuarino, e conforme Sanvicente-Añorve et al. (2000), esses gradientes em conjunto com padrões de marés e as correntes induzidas por ventos e topografia são os principais mecanismos de distribuição de larvas de peixes.

As regiões costeiras, sob influência de áreas estuarinas, apresentam grandes mudanças nas condições ambientais e as variações sazonais que ocorrem em alguns parâmetros hidrológicos estão relacionados com fatores climatológicos, como a precipitação pluviométrica (SALATI; MARQUES, 1984), que tende a limitar a diversidade de espécies. No entanto, a manutenção de grandes concentrações de indivíduos nestas áreas, é garantida pela ampla disponibilidade de alimento e pela complexidade estrutural do ambiente, que propicia a ocorrência de nichos ecológicos diversificados (ODUM; HERALD, 1972;

LAZZARI, 2001), apresentando importantes variações espaço-temporais.

A grande variedade de larvas de peixes (36 táxons) coletadas nos canais de maré reflete a grande diversidade ambiental que caracteriza este ecossistema. Os resultados revelaram a captura de larvas ao longo de todos os pontos de amostragem, com muitas espécies consideradas estuarinas e marinhas, comuns as regiões de estuários da costa norte brasileira, estando de acordo com os trabalhos de Barletta-Bergan et al. (2002a), Barletta-Bergan et al. (2002b), Sarpedonti et al. (2008), Zacardi (2009), Silva et al. (2011a), Silva et al. (2011b), Costa et al. (2011) e Sarpedonti et al. (2013). Porém, o sistema de coleta empregado (arrasto horizontal com rede cônica) tem sua eficiência de amostragem limitada, em função de não capturar organismos em todas as faixas de profundidade do ambiente. Desta forma, o arrasto direcionado para a parte mais superficial da coluna d'água pode ter impossibilitado a captura de outros táxons.

Em meio aos táxons encontrados as famílias Eleotridae e Gobiidae contribuíram com as maiores abundâncias e foram consideradas dominante na área de estudo, com grande valor ecológico para o ambiente. Além disso, foram registradas larvas de espécies de grande relevância para a pesca regional e que são descritas como frequentes nas capturas no litoral Amapaense: *Elops* sp., *Caranx* sp., *Centropomus* sp., *Lutjanus* sp., *Cynoscion acoupa*, *C. leiarchus*, *Micropogonias furnieri*, *Stellifer rastrifer*, *Mugil* sp. e *Arius* sp., ressaltando a importância dos canais de maré da Estação Ecológica Maracá-Jipioca como criadouro para estas espécies, funcionando como importante elo na cadeia trófica e para a economia regional. Fato também registrado por diversos autores em sistemas estuarinos brasileiros (MUELBERTI; WEISS 1991; BARLETTA-BERGAN et al., 2002b; JOYEUX et al., 2004; BONECKER et al., 2007, COSTA; SOUZA-CONCEIÇÃO, 2009; MACEDO-SOARES et al., 2009). Logo, a integridade destes ambientes é fundamental para a conservação e manutenção dos estoques pesqueiros.

A família Sciaenidae, em particular, apresenta elevada riqueza, abundância numérica e biomassa entre as famílias de peixe do litoral brasileiro (SCHMIDT; DIAS, 2012), com diversas espécies largamente capturadas pela frota pesqueira na costa norte (CAMARGO; ISAAC, 2001). Este grupo geralmente efetua desovas próximos a região nerítica, durante o final do período de estiagem e início do período chuvoso (CAMARGO; ISAAC, 2005) e utilizam sazonalmente os ambientes estuarinos como locais de berçário e áreas de alimentação e crescimento de juvenis (CHAO, 2002), assim como observado no presente estudo, com destaque para a ocorrência de larvas de *C. acoupa*. Essa espécie é um dos principais recursos explorados na costa do Amapá e são comuns em águas rasas tropicais e subtropicais da costa atlântica da América do Sul, apresentando tolerância para as águas salobras (MOURÃO et al., 2009), sendo comum o registro de larvas e juvenis nos diversos estuários da região (BARLETTA-BERGAN et al., 2002). A espécie tem grande valor comercial, tanto pela qualidade da carne, muito apreciada na região, como pela bexiga natatória, denominada "grude", utilizada para a elaboração de emulsificantes e clarificantes (WOLFF et al., 2000; MOURÃO et al., 2009). Dessa forma,

impactos na estrutura destes habitats podem influenciar a produção pesqueira, devido à associação entre a sobrevivência dos estágios iniciais e abundância de espécies comercialmente exploradas (COSTA et al., 2012).

Algumas espécies de gobiídeos desovam e completam todo o seu ciclo de vida nos ecossistemas estuarino, outras migram da água doce para salgada ou vice-versa durante alguma fase da vida (BLABER, 2000; JOYEUX et al., 2004). Esta família é numericamente dominante entre as assembleias de larvas, juvenis e adultos em estuários tropicais (BARLETTA-BERGAN et al., 2002a; SANVICENTE-ANORVE et al., 2003; JOYEUX et al., 2004; BONECKER et al., 2007; COSER et al., 2007; SHERVETTE et al., 2007; OOI; CHONG, 2011 e GOMES et al., 2014).

A elevada participação relativa de larvas pertencentes às famílias Eleotridae e Gobiidae, diferem de alguns estudos para a região norte, que identificaram a dominância de Engraulidae (Clupeiformes) e Sciaenidae (Perciformes), em relação as demais espécies nos diversos sistemas estuarinos paraense (CONTENTE et al., 2007; SARPEDONTI et al., 2008; SILVA et al., 2011a; COSTA et al., 2011 e SARPEDONTI et al., 2013). No entanto, quando se compara as assembleias de larvas de peixes em regiões estuarinas deve-se levar em consideração a metodologia utilizada, o esforço amostral, a extensão dos corpos d'água e as condições ambientais (BARLETTA-BERGAN et al., 2002; COSTA; SOUZA-CONCEIÇÃO, 2009).

Ressalta-se que as larvas de eleotrídeos e gobiídeos são comuns no ictioplâncton presente na foz do rio Amazonas (ZACARDI, 2009) e nas zonas costeiras adjacentes (BARLETTA-BERGAN et al., 2002b). Estes grupos de peixes marinho estuarino utilizam os manguezais como área de desova e/ou berçário, sendo importantes para a região costeira, pois desempenham papel essencial na transferência de energia entre o ecossistema estuarino e oceânico (MORAIS; MORAIS, 1994; CAMARGO; ISAAC, 2003), e apesar de não possuírem valor econômico direto para o homem, alguns espécimes são largamente utilizados por pescadores como isca na pesca comercial. Os gobiídeos têm uma boa representação no mercado mundial de peixe ornamental (GOMES et al., 2014) e são considerados a família mais diversificada de peixes tropicais marinhos do mundo (BURGESS et al., 1990).

Avaliando a estrutura da comunidade e variabilidade temporal do ictioplâncton em canais de maré no estuário do rio Caeté, Pará, Barleeta-Bergan et al. (2002b), observaram altas densidades e ampla distribuição de larvas de Eleotridae *G. guavina* (46,7%), e associaram este resultado ao comportamento comum da espécie, que possui hábito de desovar durante a estação seca, quando as taxas de salinidade são mais elevadas em áreas de manguezal e vincularam a sua distribuição aos ciclos de marés.

Comportamento semelhante foi registrado por Silva et al. (2011b) no complexo estuarino na costa do Pará, que registraram a maior abundância de larvas de gobiídeos (70,3%) durante as marés de enchente, no mês de janeiro (período menos chuvoso). Demonstrando que a amplitude e a duração das marés, bem como a intensidade das correntes e pluviosidade exercem forte influência e

determinam, em maior ou menor grau, a distribuição dos organismos pelas correntes de marés em ambientes estuarinos.

A não ocorrência de ovos e a baixa densidade de alguns táxons podem estar relacionados ao período do ano, horário da coleta ou ao ciclo de marés. Harris et al. (2001) comentam que os padrões de abundância relativa e variações na densidade de larvas de peixes contribuem com baixo número de espécies em ambientes estuarinos, e que de acordo com Haedrich (1983) e Barletta-Bergan et al. (2002a) essas poucas espécies apresentam alto grau de dominância da ictiofauna. Semelhante aos dados encontrados em que houve o predomínio de poucos táxons revelando baixa diversidade e alto grau de dominância entre os organismos ictioplânctônicos. Os resultados evidenciaram, ainda, alto grau de similaridade faunística entre os ambientes de coleta.

A variação espacial indicou uma distribuição longitudinal, com as maiores densidades de larvas registradas nos pontos localizados nas áreas mais internas dos canais. Provavelmente porque estes trechos de canais sirvam como zonas de retenção e recrutamento das larvas, devido ao enriquecimento de nutrientes (YAÑEZ-ARANCIBIA et al., 1993), possibilitando condições favoráveis ao desenvolvimento das espécies (LAEGDSGAARD; JOHNSON, 2000; SARDIÑA; CARZOLA, 2005). Estes picos de abundância podem ser atribuído, também, à combinação de processos físicos e ambientais (JOYEUX, 2001), como os regimes de marés, correntes de enchente e de vazante, variação de temperatura e salinidade, sazonalidade do ciclo das chuvas, circulação de massas de água costeiras e fluviais, entre outros (MIRANDA et al., 2002; LACERDA et al., 2004; BARLETTA et al., 2005; BARLETTA; BARLETTA-BERGAN, 2009), ou das possíveis adaptações biológicas das larvas a todos estes fatores (POWLES et al., 1984). Giarrizzo; Krumme (2007) destacaram que o tamanho do estuário e o alcance da maré, também são fatores que contribuem para a distribuição espacial heterogênea da ictiofauna encontrada nos estuários na costa norte do Brasil.

A estratégia de desova das espécies e a influência direta do ciclo das chuvas podem favorecer a variação mensal da concentração de larvas, uma vez que, os resultados indicaram um padrão sazonal de distribuição temporal, com o predomínio das maiores densidades registradas durante os meses de menor índice pluviométrico, enquanto que as menores contribuições foram observadas no período chuvoso para a região, momento em que foram notadas a ocorrência das espécies de maior interesse pesqueiro.

O período seco se caracteriza por apresentar menor vazão dos rios que deságuam nas regiões costeiras do estado, possibilitando o aumento da salinidade, condicionando mudanças nas correntes, causando a diminuição da quantidade de sedimentos em suspensão carregados na coluna d'água, conseqüentemente, elevando a transparência da água, fator fundamental para o desenvolvimento do fitoplâncton e conseqüentemente do zooplâncton (NEUMANN-LEITÃO et al., 1999; PESSOA et al., 2009). Este enriquecimento de nutrientes criam condições favoráveis à sobrevivência e ao crescimento das



larvas de peixes, o que pode, influenciar na distribuição temporal das espécies. Mazunder; Arima, (2005) e Coser et al. (2007) comentam, ainda, que as variações de amplitude de marés causada pelos ciclo lunar ocasionam alterações na salinidade, temperatura e turbidez da água, assim como na velocidade e alcance da corrente e que todos esses fatores podem afetar o transporte larval.

Dessa forma, sugere-se que a variação das larvas de peixes ao longos dos canais de maré, podem estar sujeitas as correntes de vazante e enchente, as correntes de massas de águas que penetram no estuário e que sofrem influência do grande aporte de água doce dos inúmeros rios da região e do período pluviométrico local que consequentemente, podem modular a distribuição espaço-temporal destes organismos. Igualmente observado por Barletta-Bergan et al. (2002b) e Costa et al. (2011) que verificaram a existência de um padrão de distribuição da densidade das larvas em função da hidrodinâmica e do ciclo das chuvas no litoral paraense. Variavelmente, no estuário do rio Guajara-Mirim (PA) Silva et al. (2011b), registraram maior abundância de larvas durante o período de maior pluviosidade no nordeste paraense.

Dentre os resultados, notou-se uma oscilação do número de táxons e de indivíduos, em relação ao ciclo diário, com padrão de distribuição vertical característico para os organismos plancônicos ao longo dos canais C2 e C3, com maiores densidades registradas no período noturno. Apesar de não ter sido constatado diferença significativa, atribui-se que essas variações podem refletir no comportamento particular de algumas espécies. De forma análoga, Sant'anna (2005), observou a submersão das larvas durante o dia, período mais susceptível à predação, e emersão na coluna d'água durante a noite, período em que o risco de predação e o estresse térmico próximo à superfície é menor e a oferta de alimentos é maior. Entretanto, o C1 apresentou maior densidade no período diurno, que talvez, possa ser explicado pela migração vertical de algumas espécies em função da intensidade luminosa. De acordo com Hobson et al. (1981), algumas larvas de peixes realizam migrações verticais na coluna d'água independentes dos mecanismos de transporte das correntes, sendo reguladas principalmente, pela intensidade da luz e disponibilidade de alimento.

Essas estratégias no comportamento diurno de algumas espécie diminui a competição interespecífica por espaço e alimento, aumentando as possibilidades de sobrevivência e garantindo, desta forma, sucesso no recrutamento. Os canais de maré da ESEC-MJ parecem seguir o padrão de distribuição de espécies da maioria dos sistemas estuarinos, com poucas espécies dominando o ambiente. As variações no que se refere aos turnos de coleta e aos períodos sazonais do ciclo de chuvas da região, são variáveis extremamente importantes a serem consideradas em levantamentos do ictioplâncton estuarino na região norte do Brasil.

Em conjunto, estes resultados mostram a importância destes habitats como áreas propícias ao desenvolvimento inicial de inúmeras espécies de peixes e evidenciam a necessidade de preservação dos ambientes estuarino/costeiro da ESEC-MJ. Prontamente, estas áreas de ocupação e utilização pelas larvas poderiam ser

consideradas zonas de conservação, associadas não só a melhoria da qualidade ambiental, mas também a consequente manutenção de populações de espécies-alvo para a pesca, além da fragilidade deste ecossistema, requerendo a preservação de suas características naturais.

No panorama atual, apesar de serem poucas as unidades de conservação em ambientes estuarinos, ressalta-se que o estudo foi eficiente na qualificação e identificação dos canais de maré como áreas prioritárias para conservação da ictiofauna na ESEC-MJ. Porém, mais estudos precisam ser executados visando ampliar e contribuir com a redução da perda da biodiversidade e que esse cenário auxilie nos avanços à conservação e preservação dos recursos naturais.

## 5. Agradecimentos

À todos os alunos da Universidade do Estado do Amapá que contribuíram na coleta, triagem e identificação do material biológico. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio-AP em nome do analista ambiental Admilson Stephano pelo apoio estrutural e logístico para viabilização deste estudo, ao qual dedico este trabalho.

## 6. Referências Bibliográficas

- AGAWIN, N. R. & DUARTE, M. C. Evidence of Direct Particle Trapping by a Tropical Seagrass Meadow. **Estuaries**, v. 5, n. 6, p. 1205-1209, 2002.
- AKIN, S.; WINEMILLER, K. O. & GELWICK, F. P. Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 269-282, 2003.
- BARLETTA-BERGAN, A. **Structure and seasonal dynamics of larval and juvenile fish in the mangrove-fringed estuary of the Rio Caeté in North Brazil**. 1999. 220 f. Dissertação (Mestrado) Zentrum für Marine Tropenökologie, Bremen, 1999.
- BARLETTA, M. & BARLETTA-BERGAN, A. Endogenous Activity Rhythms of Larval Fish Assemblages in a Mangrove-fringed Estuary in North Brazil. **The Open Fish Science Journal**, v. 2, p. 15-24, 2009.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U. & HUBOLD, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, n. 66, p. 45-72, 2005.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA M. & SAINT PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 193-206, 2002a.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M. & SAINT-PAUL, U. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. **Journal of Fish Biology**, v. 6, p. 33-51, 2002b.
- BARRY, J. P.; YOKLAVICH, M. M.; CAILLIET, G. M.; AMBROSE, D. A.; ANTRIM, B. S. Trophic ecology of the dominant fishes in Elkhorn Slough, California, 1974-1980. **Estuaries**, v. 19, p. 115-118, 1996.
- BLABER, S. J. M. **Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation**. Oxford: Blackwell. 2000.
- BONECKER, A. C. T.; CASTRO, M. S.; NAMIKI, C.; BONECKER, F. T. & BARROS, F. B. A. G. Larval fish composition of a tropical estuary in northern Brazil (2° 18' - 2° 47' S/044° 20' - 044° 25' W) during the dry season. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, p. 235-241, 2007.
- BURGESS, W. E.; AXELROD, H. R. & HUNZIKER, R. E. **Atlas of Marine Aquarium Fishes**, Neptune City, NJ: TFH Pub. Inc. 1990.



- CAMARGO, M. & ISAAC, V. Os peixes estuarinos da região norte do Brasil: lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Boletim do Museum Paraense Emílio Goeldi**, v. 17, n. 2, p. 133-157, 2001.
- CAMARGO, M. & ISAAC, V. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (sciaenidae) in the Caeté estuary, northern Brazil, **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, n. 1, p. 13-21, 2005.
- CAMARGO, M. & ISAAC, V. J. Ictiofauna estuarina. In: FERNANDES, M. E. B. (Ed.). **Os manguezais da costa norte brasileira**. São Luis: Fundação Rio Bacanga. p. 105-142. 2003.
- CAMARGO, M. & ISAAC, V. 2005. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caeté estuary, northern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, n. 1-2, p. 13-21, 2005.
- CAMPFIELD, P. A. & HOUE, E. D. Ichthyoplankton community structure and comparative trophodynamics in an estuarine transition zone. **Fisheries Bulletin**, v. 109, p.1-19, 2011.
- CASTRO, M. S.; BONECKER, A. C. T. & VALENTIN, J. L. Seasonal variation in fish larvae at the entrance of Guanabara Bay, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n.1, p.121-128, 2005.
- CHAO, N. L. Sciaenidae. In: **The living marine resources of the Western Central Atlantic**. v. 3: Bony fishes, Part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO species identification guide for fishery purposes, American Society of Ichthyologist, and Herpetologists Special Publication n. 5. Western Central Atlantic. v. 3. Rome: Food and Agriculture Organization, p. 1583-1653, 2002.
- CONTENTE, C. T.; PALHETA, G. D. A.; MELO, N. F. A. C.; RAMOS, C. A. R. & PAIVA, S. P. Variação nictemeral do ictioplâncton no estuário do rio Curuçá (Pará-Brasil), durante os períodos chuvoso e seco. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 7, n. 1, p. 27-40, 2007.
- COSER, L. M.; PEREIRA, B. B. & JOYEUX, J. C. 2007. Descrição da comunidade ictioplânctônica e sua distribuição no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, ES, Brasil. **Interciencia**, v. 32, n. 4, p. 233-24, 2007.
- COSTA, A. J. G.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; SAMPAIO, M. I. & COSTA, R. M. Dynamics of hydrological variables and the fish larva community in an Amazonian estuary of northern Brazil. **Journal Coastal Research**, v. 64, p. 1960-1964, 2011.
- COSTA, M. D. P. & SOUZA-CONCEIÇÃO, J. M. Composição e abundância de ovos e larvas de peixes na baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Science**. v. 4, n. 3, p. 372-382, 2009.
- FAHAY, M. **Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean** (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras). New York, Northwest Atlantic Fisheries Organization, 2007.
- FUIMAN, L. A., POLING, K. R. & HIGGS, D. M. Quantifying developmental progress for comparative studies of larval fishes. **Copeia**, p. 602-611, 1998.
- GIARRIZZO, T. & KRUMME, U. Spatial differences and seasonal cyclicity in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in a salinity zone of the Curuçá Estuary, North Brazil. **Bulletin Marine Science**, v.80, p. 739-754, 2007.
- GODEFROID, R. S.; SPACH, H.; SCHWARZ, R. J.; QUEIROZ, G. M. L. N. & OLIVEIRA NETO, J. F. Efeito da Lua e da Maré na Captura de Peixes em uma Planície de Maré do Setor Euhalino da Baía de Paranaguá - PR. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, n. 1, p. 47-55, 2003.
- GOMES, E. A. P.; CAMPOS, P. N. & BONECKER, A. C. T. Occurrence of Gobiidae larvae in a tropical Brazilian estuary, with particular emphasis on the use of size classes to categorize species guilds, **Journal of Fish Biology**, v. 84, p. 996-1013, 2014.
- GURGEL, T. A. B.; OLIVEIRA, M. R.; BRASIL, D. F. & CHELLAPPA, S. Peixes marinhos das águas costeiras de Ponta Negra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 83-97, 2012.
- HAEDRICH, R. L. Estuarine fishes. In: KETCHUM, B. H. (Ed.). **Ecosystems of the World, 26. Estuaries and enclosed seas**. Amsterdam: Elsevier. p. 183-207, 1983.
- HAKALA, T.; VIITASALO, M.; RITA, H.; ARO, E.; FLINKMAN, J. & VOURINEN, I. Temporal and spatial variation in the growth rates of baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) larvae during summer. **Marine biology**, v. 142, p. 25-33, 2003.
- HARRIS, S. A.; CYRUS, D. P. & BECKLEY, L. E. The larval fish assemblage in near shore coastal waters of the Sta. Lucia estuary, South Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 49, p.789-811, 1999.
- HARRIS, S. A.; CYRUS, D. P. & BECKLEY, L. E. Horizontal trends in larval fish diversity and abundance along an ocean-estuarine gradient on the Northern KwaZulu-Natal coast, south Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 53, p. 221-235, 2001.
- HOBSON, E. S.; MCFARLAND, W. N.; CHESS, J. R. Crepuscular and nocturnal activities of Californian near shore fishes, with consideration of their scotopic visual pigments and the photic environment. **Fishery Bulletin**, n. 1, p. 79, 1981.
- JOYEUX, J. C. The retention of fish larvae in estuaries: among-tide variability at Beaufort Inlet, North Carolina, USA. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. v. 81, p. 857-868, 2001.
- JOYEUX, J. C.; PEREIRA, B. B. & ALMEIDA, H. G. 2004. The flood-tide ichthyoplanktonic community at the entrance into a brazilian tropical estuary. **Journal of Plankton Research**, v. 2, n. 11, p. 1277-1287, 2004.
- KUPSCHUS, S. & TREMAIN, D. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 58, p. 1383-1403, 2001.
- KURTZ, F. W.; MELLO, M. C. & ANDRADE, J. L. Distribuição de larvas e juvenis e peixes capturados na região da península antártica durante os verões austrais de 2002 e 2003. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 62, p. 300-307, 2004.
- LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S. & FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá - Pernambuco - Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.
- LAEGDSGAARD, P. & JOHNSON, C. Why do juvenile's fish utilize mangrove habitats? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 257, n. 2, p. 229-253, 2000.
- LAZZARI, M. A. Dynamics of larval fish abundance in Penobscot bay, Maine. **Fishery Bulletin**, v. 99, p. 81-93, 2001.
- LEIS, J. M. & RENNIS, D. S. **The larvae of Indo-Pacific coral reef fishes**. University of Hawai Press .1983.
- LEIS, J. M. & TRNSKI, T. **The larvae of Indo-Pacific Shorefishes**. University of Hawai Press. 1989.
- LEY, J. A., MCIVOR, C. C. & MONTAGUE, C. L. Fishes in mangrove prop-root habitats of Northeastern Florida Bay: distinct assemblages across an estuarine gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** .v. 48, p. 701-723, 1999.
- MACEDO-SOARES, L. C. P., BIROLO, A. B. & FREIRE, A. S. Spatial and temporal distribution of fish eggs and larvae in a subtropical coastal lagoon, Santa Catarina State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p.231-240, 2009.
- MARCENIUK, A. P.; CAIRES, A. R.; WOSIACKI, W. B. & DARIO, F. D. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa norte do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 251-259. 2013.
- MATSUURA, Y. & SUZUKI, K. Larval development of two species of barracuda, *Sphyrna guachancho* and *S. tome* (TELEOSTEI: Sphyrnidae), from southeastern Brazil. **Ichthyological Research**, p. 369-378, 1997.
- MAZUNDER, R. & ARIMA M. Tidal rhythmities and their implications. **Earth-Science Reviews**, v. 69, p.79-95, 2005.

- MCHUGH, J. L. Management of estuarine fisheries. **American Fisheries Society Special Public.** v. 3, p. 133-154. 1966.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M. & KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários.** São Paulo: EDUSP, 2002.
- MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R. A.; MORAES, L. E. S.; NETO, J. P. M.; ESTEVES, G. V. & FORTES, W. L. **Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Iheringia,** v. 98, n. 1, p. 50-59, 2008.
- MORAIS, A. T. & MORAIS, L. T. The abundance and diversity of larval and juvenile fish in a tropical estuary. **Estuaries,** v. 17, p. 216-225, 1994.
- MOSER, H. G. **The early stages of fishes in the California Current Region.** California Cooperative Ocean Fisheries Investigations. Lawrence, Kansas, USA, 1996.
- MOURÃO, K. R. M.; FRÉDOU, F. L.; ESPÍRITO SANTO, R. V.; ALMEIDA, M. C.; SILVA, B. B.; FRÉDOU, T. & ISAAC, V. J. Sistema de produção pesqueira pescada amarela - *Cynoscion acoupa* Lacépède (1802): um estudo de caso no litoral nordeste do Pará - Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca,** v. 35, n. 3, p. 497-511, 2009.
- MUELBERT, J. H. & WEISS, G. Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: **Larval fish recruitment and research in the Americas: proceedings of the 13<sup>o</sup> annual fish conference.** México. p. 43-54, 1991.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; KOENING, M. L.; MACÊDO, S. J.; MEDEIROS, C.; MUNIZ, K. & FEITOSA, F. A. N. Plankton disturbance at Suape estuarine area- Pernambuco-Brazil after a Port Complex implantation. In: USÓ, J. L.; BREBBIA, C. A. (Ed.). **Second International Conference on Ecosystems and Sustainable Development.** Greece, p. 47-56. 1999.
- ODUM, W. E. & HERALD, E. J. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. **Bulletin of Marine Science,** n. 22, p. 671-738. 1972.
- OKYIAMA, M. **An atlas of the early stage fishes in Japan.** Tokai: University Press. 1988.
- OLIVEIRA, L. O.; NEVES, D. G. & CUNHA, A. C. Análise da precipitação pluviométrica e do número de dias com chuvas em Calçoene localizado no setor costeiro do Amapá. In: **Workshop ECOLAB.** Macapá, 2007.
- OOI, A. L. & CHONG, V. C. Larval fish assemblages in a tropical mangrove estuary and adjacent coastal waters: offshore-inshore flux of marine and estuarine species. **Continental Shelf Research,** v. 31, p. 1599-1610, 2011.
- PESSOA, V. T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A. P. & PORTO-NETO, F. F. Comunidade zooplancônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca,** v. 4, n. 1, p. 80-94, 2009.
- POWLES, H.; AUGER, F. & FITZGERALD, G. J. Nearshore ichthyoplankton of a north temperate estuary. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,** v. 41, p. 1653-1662, 1984.
- RAMOS, L. A. & VIEIRA, J. P. Composição específica e abundância de peixes de zonas rasas dos cinco estuários do rio grande do sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca,** v. 27, n. 1, p. 109-121, 2001.
- RICHARDS, W. J. **Early Stages of Atlantic Fishes. An Identification Guide for the Western Central North Atlantic.** CRC/Taylor & Francis. v. 2, 2640p. 2006.
- SALATI, M. & MARQUES, J. Climatology of the Amazon region. In: **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** SIOLI, H. (Ed.). Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers. p. 85-126, 1984.
- SANT'ANNA, R. O. **Variação espacial, sazonal e nictemeral da comunidade ictioplancônica no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (ES-Brasil).** 2005. 57 f. (Monografia) Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, Vitória (ES), 2005.
- SANVICENTE-AÑORVE, L., HERNÁNDEZ-GALLARDO, A., GÓMEZ-AGUIRRE, S. & FLORES-COTO, C. Fish larvae from a Caribbean estuarine system. In: **The Big Fish Bang: Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference** (BROWMAN, H. I. & SKIFTESVIK, A. B., Eds) Bergen: Institute of Marine Research, p. 365-380, 2003.
- SANVICENTE-AÑORVE, L.; FLORES-COTO, C. & CHIAPPA-CARRARA, X. Temporal and spatial scales of ichthyoplankton distribution in the Southern Gulf of Mexico. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** n. 51, p. 463-475, 2000.
- SARDIÑA, P. & CARZOLA, A. C. L. Feeding habits of the juvenile striped weakfish, *Cynoscion guatucupa* Cuvier 1830, in Bahía Blanca estuary (Argentina): seasonal and ontogenetic changes. **Hydrobiologia,** v. 532, p. 23-38, 2005.
- SARPEDONTI, V.; ANUNCIACÃO, E. M. S. & BORDALO, A. O. Spatio-temporal distribution of fish larvae in relation to ontogeny and water quality in the oligohaline zone of a North Brazilian estuary. **Biota Neotropica,** v. 13, n. 3, p. 55-63, 2013.
- SARPEDONTI, V.; ANUNCIACÃO, E. M. S. & ISAAC-NAHUM, V. J. Variations in two mangrove creeks of the Curuçá estuary, Pará, Brazil. **Ecotrópicos,** v. 21, n. 1, p. 1-12, 2008.
- SCHMIDT, T. C. S. & FERRAZ, D. J. Pattern of distribution and environmental influences on the Sciaenidae community of the southeastern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Oceanography,** v. 60, n. 2, p. 235-245, 2012.
- SHERVETTE, V. R.; AGUIRRE, W. E.; BLACIO, E.; CEVALLOS, R.; GONZALEZ, M.; POZO, F. & GELWICK, F. Fish communities of a disturbed mangrove wetland and an adjacent tidal river in Palmar, Ecuador. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** v. 72, p. 115-128, 2007.
- SILVA, A. C.; MANGAS, A. P.; PALHETA, G. D. A. & MELO, N. F. A. C. Caracterização do Ictioplâncton de Quatro Estuários da Microregião do Salgado do Estado do Pará-Brasil. **Boletim Técnico-Científico do Cepnor,** v. 11, n. 1, p. 33-44, 2011a.
- SILVA, A. C.; MANGAS, A. P.; PALHETA, G. D. A. & MELO, N. F. A. C. Variação Intermareal na Composição do Ictioplâncton no Estuário do Rio Guajará-mirim (Vigia de Nazaré-Pará) em período de alta pluviosidade. **Boletim Técnico-Científico do Cepnor,** v. 11, n. 1, p. 21-32, 2011b.
- SINQUE, C. Larvas de Sciaenidae (Teleostei) identificadas na região estuarina lagunar de Cananéia. **Boletim de Zoologia,** n. 5, p. 39-77, 1980.
- SMITH, G.; PARRISH, J. Estuaries as nurseries for the jacks *Caranx ignobilis* and *Caranx melampygus* (Carangidae) in Hawaii. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** n. 55, p. 347-359, 2002.
- SOTÃO, H. M. P.; CAMPOS, E. L.; GUGLIOTTA, A. M. & COSTA, S. P. S. E. Fungos macroscópicos: Basidiomycetes. In: FERNANDES, M. E. B. (Ed.). **Os manguezais da Costa Norte brasileira.** Fundação Rio Bacanga, São Luís, p. 45-59, 2003.
- TORRES, A. M. & EL-ROBRINI, M. Erosão e progradação do litoral Brasileiro: Amapá. In: MUEHE, D. (Ed.). **Erosão e progradação no litoral Brasileiro.** Brasília: MMA, p. 11-40, 2006.
- VIANA, A. P.; LUCENA FRÉDOU, F.; FRÉDOU, T.; TORRES, M. F. & BORDALO, A. O. 2010. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanized region of the Amazon estuary. **Journal of Fish Biology,** v. 76, n. 3, p. 467-486, 2010.
- WOLFF, M.; KOCH, V. & ISAAC, V. A Trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (north Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. **Estuarine, Coastal and Shelf Science,** v. 50, p. 789-803, 2000.
- YÁÑEZ ARANCIBIA, A.; LARA-DOMINGUEZ, A. L. & DAY, J. W. Interactions between mangrove and seagrass habitats mediated by estuarine nekton assemblages: Coupling of primary and secondary production. **Hydrobiologia,** v. 264, p. 1-13, 1993.
- ZACARDI, D. M. **Variação diária e caracterização morfológica das larvas de peixes do complexo estuarino do Rio Amazonas - PA. 2009, 109 f.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém (PA). 2009.